

# 汞和铬对黄鳝的急性毒性研究

陈细香<sup>1,2</sup>, 谢嘉华<sup>1</sup>, 卢昌义<sup>2</sup>, 苏成福<sup>1</sup>, 王晓芬<sup>1</sup>

(1. 福建泉州师范学院化学与生命科学学院, 福建 泉州 362000;  
2. 厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室, 福建 厦门 361005)

**摘要:**于水族箱内进行汞和铬对黄鳝 (*Monopterus albus*) 的急性毒性试验。Hg<sup>2+</sup> 的 48 h、96 h LC<sub>50</sub> 分别为 1.20、0.67 mg/L; Cr<sup>6+</sup> 的 48 h、96 h LC<sub>50</sub> 分别为 88.21、60.55 mg/L; 安全浓度分别为 0.067 mg/L 和 6.055 mg/L, 汞的毒性远大于铬。

**关键词:**黄鳝; 汞; 铬; 急性毒性; 半致死浓度; 安全浓度

**中图分类号:** S941.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-1278(2008)02-0103-02

铜、汞、铬是渔业生产中经常使用的消毒剂和杀虫剂,也是渔业水域污染常见的重金属元素,它们在水体中常相伴而存在,对水生生物具有不同程度的毒性,长期以来引起了人们的广泛关注。黄鳝 (*Monopterus albus*) 隶属于合鳃目、合鳃科,主要分布在中国、朝鲜、泰国、日本等国家,是我国主要名优淡水鱼类之一。黄鳝营养价值很高,深受人们的喜爱。目前对黄鳝急性毒性试验的研究较为集中在除草剂及铜离子方面<sup>[1~4]</sup>,而关于汞、铬离子对黄鳝的急性毒性试验还未见报道。本文报道了汞和铬对黄鳝毒性的研究结果,探讨重金属对鱼类的毒性效应,为渔业生产效益及环境保护等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 实验鱼 黄鳝定点购自福建省泉州市新门市场,体重 (31.17 ± 4.11) g,体长 (33.92 ± 2.65) cm,实验前在 90 cm × 60 cm × 45 cm 的水族箱中暂养 5 d。实验时挑选外观正常、健康、活泼的个体进行处理。

1.1.2 试剂 氯化汞 (HgCl<sub>2</sub>)、重铬酸钾 (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 均为分析纯,分别配制成 Hg<sup>2+</sup> 溶液和 Cr<sup>6+</sup> 溶液 1 000 mg/L 母液。实验中均采用 Hg<sup>2+</sup> 和 Cr<sup>6+</sup> 含量为浓度标准。

### 1.2 方法

1.2.1 饲养管理 采用水族箱饲养。水源为经曝气后的自来水, pH 6.9 ~ 7.2,水温 (20 ± 1) °C,其它指标符合渔业水质标准 (GB 11607 - 89)。空压机 24 h 增氧。

1.2.2 预实验 实验在水族箱内进行,水量为 10 L。根据相关资料分别设定 5 个浓度组和 1 个对照组,对暂养 5 d 后的黄鳝进行染毒。染毒期间不投食。通过预实验,找出 Hg<sup>2+</sup>、Cr<sup>6+</sup> 的最高染毒浓度,确定最高染毒浓度以 24 h 内黄鳝不出现死亡和明显异常 (如形态、行为异常等) 为标准。

1.2.3 急性实验 在预实验的基础上,按照急性毒性试验方法<sup>[5,6]</sup>,设含汞 (Hg<sup>2+</sup>) 浓度为 0、0.30、0.47、0.74、1.16、1.80 mg/L 共 6 个处理组;含铬 (Cr<sup>6+</sup>) 浓度为 0、30、41、55、74、100 mg/L 共 6 个处理组;设置 2 个平行组。详细观察记录实验鱼中毒症状与中毒时间及死亡情况,随时捞出死亡个体。采用改进的寇氏法<sup>[7]</sup>、Excel 运算方法<sup>[8]</sup>计算出 48 h 和 96 h 的 LC<sub>50</sub>、LC<sub>50</sub> 的 95 % 可信限;安全浓度以 96 LC<sub>50</sub> × 0.1<sup>[6]</sup> 计算。寇氏法计算公式:  $\lg LC_{50} = X_m - d(p - 0.5)$ ; 式中:  $X_m$  为最大剂量的对数,  $d$  为相邻剂量比值的对数,  $p$  为各组的死亡率。

## 2 结果与分析

### 2.1 汞和铬对黄鳝的急性毒性

汞和铬对黄鳝的急性毒性实验结果见表 1、表 2。在实验过程中,金属离子的浓度越高,处理时间越长,黄鳝的中毒症状越明显。中毒初期,黄鳝异常兴奋,上下窜动,四处冲撞,急躁不安,并有狂游跃出水面的现象,体色不变,体表黏液很少。随着时间的延长,鱼游动减慢,渐渐安静下来,静卧水底。随着离子浓度的增加和处理时间的延长,黄鳝的活动能力明显降低,箱底沉积的排泄物也明显增多。中毒后身体僵直、侧翻,肛门处充血并溢出,以镊子夹起其口裂,身体完全不动,用大量清水冲洗,再放入清水中,5 min 后仍不动即可确定为个体死亡<sup>[4]</sup>。

如表 1,氯化汞对黄鳝的最高存活浓度随时间延长而降低,12 h 和 24 h 均为 1.16 ~ 1.80 mg/L,48 h 降为 0.47 ~ 0.74 mg/L,84 h、96 h 则均下降到 0.47 mg/L 以下,而且可能继续下降,因为氯化汞浓度在 0.47 mg/L 时,72 ~ 96 h 黄鳝的死亡率明显上升。最低全死亡浓度亦随时间延长呈下降趋势。

由表 2 可知,重铬酸钾同氯化汞相比,对黄鳝的最高存活浓度随时间的变化趋势大致相同。12 h、24 h、36 h 均为 74 ~ 100 mg/L,但在 48 h 时,重铬酸钾的最高存活浓度迅速降低,降至 41 mg/L 以下,而后则较为稳定,直至 84 h,黄鳝的死亡率才逐渐上升。

### 2.2 汞和铬对黄鳝的半致死浓度和安全浓度

表 3 为汞和铬对黄鳝的 48 h 和 96 h 的半致死浓度 (LC<sub>50</sub>) 及安全浓度 (SC)。

收稿日期: 2007 - 01 - 26

基金项目: 泉州师范学院校自选科研项目 (2004KJ1D4); 国家自然科学基金 (40476040) 和福建省自然科学基金 (D0410006)。

作者简介: 陈细香,女,1972 年生,福建莆田人,在读博士研究生,主要从事环境生态学研究。E-mail: cxx02@qztc.edu.cn

表 1 汞对黄鳝的急性毒性试验结果

浓度 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	不同时间的死亡率 / %								
	8 h	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h	84 h	96 h
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.47	0	0	0	0	0	0	0	16.3	25.0
0.74	0	0	0	0	8.3	16.3	25.0	41.7	58.3
1.16	0	0	8.3	16.7	33.3	50.0	75.0	91.7	91.7
1.80	0	8.3	25.0	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表 2 铬对黄鳝的急性毒性实验结果

浓度 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	不同时间的死亡率 / %								
	8 h	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h	84 h	96 h
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	8.3	8.3	8.3	16.7	33.3
55	0	0	0	0	8.3	16.7	16.7	16.7	33.3
74	0	0	8.3	8.3	16.7	16.7	16.7	25.0	50.0
100	0	8.3	16.7	25.0	58.3	66.7	75.0	75.0	100.0

表 3 汞和铬对黄鳝的半致死浓度  $\text{LC}_{50}$  及安全浓度 SC

项目	氯化汞		重铬酸钾	
	48 h	96 h	48 h	96 h
$\text{LC}_{50}/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1.20	0.67	88.21	60.55
$\text{LC}_{50}$ 的 95% 置信区间 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1.03 1.37	0.56 0.81	77.52 100.53	52.23 70.12
SC/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0.067		6.055	

从表 3 可看出,氯化汞和重铬酸钾对黄鳝的半致死浓度值随其作用时间的延长而减小,而且这 2 种药物在同一时段内的半致死浓度 ( $\text{LC}_{50}$ ) 均是重铬酸钾远高于氯化汞,且安全浓度 (SC) 亦是氯化汞的小,仅为重铬酸钾的 1.11%,这说明不同药物对黄鳝所产生的毒性效应是不一样的。毒物的毒性大小可以  $\text{LC}_{50}$  表示,  $\text{LC}_{50}$  数值越小,毒性越大。本研究结果表明,汞的毒性远远大于铬;这些化学物质的急性毒性分级<sup>[5]</sup>中汞属于剧毒物质而铬则属于高毒物质。

### 3 讨论

#### 3.1 中毒症状

研究表明,黄鳝在不同浓度的氯化汞和重铬酸钾中的中毒症状主要表现为焦躁不安、上下窜动、呼吸减弱、身体僵直、侧翻,肛门处充血并溢出等现象;解剖检查可见,鳃丝淤血、鳍部充血,有的表现为肠壁和内脏充血。

#### 3.2 敏感性差异分析

实验结果表明,黄鳝对这 2 种重金属离子的敏感性差异极大。与其它淡水鱼类相比,黄鳝对汞、铬具有很强的耐受力,其 96 h  $\text{LC}_{50}$  远远高于其它常见种类(如白鲢鱼苗 96 h  $\text{LC}_{50} \text{Hg}^{2+}$  为 0.24 mg/L,  $\text{Cr}^{6+}$  为 31.83 mg/L),也高于斑马鱼的 50 mg/L ( $\text{Cr}^{6+}$ )<sup>[9]</sup>;但与泥鳅(96 h  $\text{LC}_{50} \text{Hg}^{2+}$  0.6928 mg/L,  $\text{Cr}^{6+}$  209.7854 mg/L)<sup>[10]</sup>相比,则显得黄鳝对汞和铬比较敏感。可见,不同生物由于其生理机能的差异而对不同重金属敏感性也存在着极大的差异。

此外,生物体的不同发育状态、不同的实验条件、水质状况以及重金属的不同形态,对重金属的毒性大小也具有很大的影响。

综上所述,我们认为工农业生产中产生的含有重金属汞和铬的废水会给鱼类的生存带来严重的影响,这将极大地影响渔业生产的效益;而且积累在鱼类中的重金属会通过食物链进入人体,也会对人类自身造成极大的损害。因此,对于工农业生产中产生的废水应进行严格处理后再排放。

#### 参考文献:

- [1] 向泉,周维禄,王小艳,等.溴氰菊酯对黄鳝的急性毒性试验[J].渔业现代化,2000,(5):16~17.
- [2] 阮国良,杨代勤.3种药物对黄鳝的急性毒性研究[J].水利渔业,2004,24(5):29~31.
- [3] 林曙,余曙明,陈开健,等.甲氰菊酯对黄鳝的急性毒性试验[J].水利渔业,2005,25(3):77~78.
- [4] 万全,王婧.硫酸铜等4种药物对黄鳝鱼种的急性毒性试验[J].水产科学,2005,24(12):29~30.
- [5] 周永欣,章宗涉.水生生物毒性试验方法[M].北京:农业出版社,1989.7~62,75~106.
- [6] 邱郁春.水污染鱼类毒性试验方法[M].北京:中国环境科学出版社,1992.50~62.
- [7] 周海钧,申蕴如.生物检定统计方法(第2版)[M].北京:人民卫生出版社,1988.211~213.
- [8] 马桢红,马良才.生物测定中  $\text{LC}_{50}$  或  $\text{LD}_{50}$  的 Excel 运算方法[J].医学动物防制,1999,15(11):612~614.
- [9] 陈家长,胡庚东,瞿建宏.铅和铬对鱼类联合毒性的研究[J].浙江水产学院学报,1998,17(3):169~173.
- [10] 高晓莉,齐凤生,罗胡英,等.铜汞铬对泥鳅的急性毒性和联合毒性实验[J].水利渔业,2003,23(2):63~64.

(责任编辑 万月华)